ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Виноградов Н. А. Управление псевдосервисами в защищенных информационных системах на основе теории конфликта // Н. А. Виноградов, Г. В. Данилина, Д. В. Домарев, Я. В. Милокум – Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – №6(34). – с. 5 - 12.

[2] Котенко И. В., Степашкин М. В. Обманные системы для защиты информационных ресурсов в компьютерных сетях // Труды СПИИРАН, Вып. 2, т. 1. – СПб.: СПИИРАН, 2004. с. 211 – 230.

[3] Язов Ю. К., Сердечный А. Л., Шаров И. А. Методический подход к оцениванию эффективности ложных информационных систем // Вопросы кибербезопасности №1(2), 2014. – с. 55 – 60.

[4] Шматова Е.С. Выбор стратегии ложной информационной системы на основе модели теории игр. // Вопросы кибербезопасности №5(13) – 2015 с. 36 –40.

[5] Максин И.С. Распределенная динамическая Honeynet (сеть-ловушка) на основе скрытой модели Маркова //И.С. Максин, В.А. Малышев. – Параллельные вычисления и задачи управления (PACO 2012), шестая международная конференция, М.: ИПУ РАН, 2012. – с. 162 – 168.

[6] Spitzner L. Honeynets and Digital Forensics // The Digital Forensic Research Conference DFRWS 2004 USA Baltimore, MD (Aug 11th – 13th). – 25 pp.

[7] www.honeynet.org

[8] Дружинин В.В., Конторов Д.С., Конторов М.Д. Введение в теорию конфликта. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.

[9] Дынкин Е.Б., Юшкевич А.А. Управляемые марковские процессы и их приложения. – М.: Наука, 1975. – 338 с.

[10] Bellman R. Differential-Difference Equations. / R. Bellman, K.L. Cooke. – Academic Press, 1963. – 482 p.

[11] Pinney E. Ordinary Difference-Differential Equations. – University of California Press, 1958. – 262 p.

[12] Даниліна Г.В. Віноградов М.А., Савченко А.С. Процеси конфліктного управління мережним комутаційним вузлом з функцією фільтрації шкідливого трафіку. Науково-технічна конференція молодих учених «Актуальні проблеми інформаційних технологій», Київ 2018, 20-21.11.2018. Матеріали доповідей, с.11-12.

[13] Afifi A. Statistical Analysis, Second Edition: A Computer Oriented Approach 2nd Edition / A. A. Afifi, S. P. Azen. – Academic Press; 2 edition, 1979. – 442 pp.

# Управління автоматизованою системою керування освітленням NURE Energy з використанням мікросервісів

Сергій Новоселов, Юрій Олександров, Оксана Сичова, Сергій Теслюк

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій автоматизації та мехатроніки, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, Харків, проспект Науки 14, nsoft72@gmail.com

***Реферат:*** В даній статті описується метод керування освітленням за допомогою автоматизованої системи управління NURE-Energy. В якості ядра системи використовуються мікросервіси. Програма управління автоматизованою системою здійснює облік, контроль, відображення інформації у вигляді діаграм, функції обміну і передачі інформації за допомогою Web технологій. Використання IoT Cloud дозволяє обробляти велику кількість даних, що надходить від багатьох датчиків, які розповсюджені на об'єкті керування. В якості системи керування та зберігання даних використовуються Elasticsearch.

***Ключові слова***: автоматизована система керування освітленням, NureEnergy, мікросервіси, Elasticsearch, IoT Cloud.

## I. ВСТУП

Впровадження автоматизованих систем керування освітленням сприяє вирішенню актуальної проблеми енергозбереження при збереженні якості освітлення.

На даний момент є безліч організацій з відсутньою системою контролю і обліку

електроенергії. Установка даної автоматизованої системи керування освітленням не вимагає глобального втручання в інтер'єр приміщення. Фінансові витрати на установку і впровадження системи окупляться за 3 - 8 років залежно від типу організації. Підприємство зможе економити до 60% на витратах з електроенергії.

Програма управління автоматизованою системою управління освітленням – це перспективний продукт з енергозбереження, він помітно знизить споживання електроенергії при оптимальній роботі освітлювальних установок в кожен момент часу. А також, поєднує в собі значні можливості економії електроенергії з максимальною зручністю для користувачів і за допомогою даної програми можна домогтися найбільш повного і точного обліку споживаної електроенергії з будь-якого заданого місця за допомогою спеціального додатку через інтернет.

Використовуючи сучасні технології, сьогодні можна досягти повної автоматизації освітлення. Притому це стосується не тільки процесу управління, але також і контролю. Дистанційний контроль роботи всіх пристроїв, здатний своєчасно попередити електриків про можливу поломку, за рахунок чого витрати підприємства на електромонтажні роботи знижуються.

Само по собі автономне керування освітленням забезпечується поруч високоточних контрольно-вимірювальних приладів і модулів програмного управління [1]. Використовуючи подібну зв'язку обладнання, можна домогтися правильного алгоритму освітлення, постійного контролю за всіма освітлювальними елементами і проводкою, а також переходу від одного сценарію освітлення до іншого в залежності від часу доби або стадії виробничого процесу. Крім того, системи автоматичного управління освітлювальним обладнанням дозволяють оптимізувати енерговитрати, а разом з тим і знизити витрати підприємства на електроенергію [2].

Програма управління автоматизованою системою управління освітленням здійснює облік, контроль, відображення інформації у вигляді діаграм, функції обміну і передачі інформації за допомогою Web технологій.

## II. АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ОБМІНУ ДАНИМИ В IOT ТА АРХІТЕКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ

Інтернет речі (IoT) – це розгалужений набір технологій і випадків використання, які не мають чіткого, єдиного визначення. Ці пристрої, або речі, підключаються до мережі, щоб надати інформацію, яку вони збирають з навколишнього середовища через сенсори, або щоб дозволити іншим системам давати команди через спеціальні протоколи [3-4].

Конкретні випадки використання та можливості в різних галузях є численними, і багато в чому світ IoT тільки починає роботу. Проекти IoT мають додаткові розміри, які збільшують їхню складність у порівнянні з іншими технологіями, що орієнтовані на хмару, включаючи:

– різноманітне обладнання;

– різноманітні операційні системи та програмне забезпечення на пристроях;

– різні вимоги до мережевого шлюзу.

Розділимо систему на три основні компоненти: пристрій, шлюз і хмару [5].

Пристрій включає в себе апаратні засоби і програмне забезпечення, яке безпосередньо взаємодіяти зі світом. Пристрої підключаються до мережі для зв'язку один з одним або до централізованих додатків. Пристрої можуть бути безпосередньо або опосередковано підключені до Інтернету.

Шлюз дозволяє пристроям, які безпосередньо не підключаються до Інтернету, використовувати хмарні послуги. Хоча термін шлюз має певну функцію в мережі, він також використовується для опису класу пристроїв, які обробляють дані від імені групи або кластера пристроїв. Дані з кожного пристрою надсилаються на сервер (хмару), де обробляються і поєднуються з даними з інших пристроїв і потенційно з іншими бізнес-транзакційними даними [6].

Розглянемо структуру та принцип роботи автоматизованої системи керування освітленням [7]. На рис. 1 показана архітектура автоматизованої системи.

До складу системи входять: інтелектуальні модулі освітлення за вбудованими датчиками струму та освітлення, з можливістю дротового або бездротового керування; модульні датчики освітлення для контролю рівня світла на робочому місці працівника; мережевий модуль; локальний або хмарний сервер; диспетчерська програма для керування роботою системи та перегляду статистики.

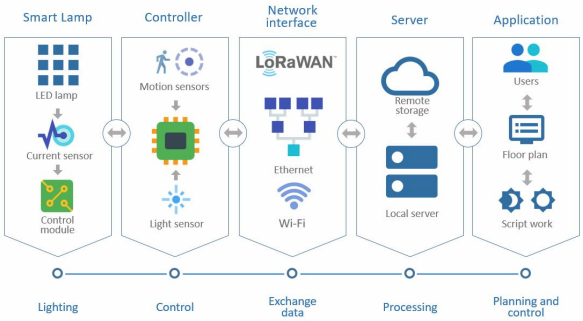


Рис. 1 Архітектура автоматизованої системи

До складу автоматизованої системи входять:

– інтелектуальні модулі керування світильниками різної потужності та принципу дії (LED-лампи, люмінесцентні лампи, лампи розжарювання);

– керуючий контролер для управління групою світильників;

– мережевий контролер, який є шлюзом між локальними прилади освітлення та глобальною мережею;

– модуль керування черговим освітленням і інтеграції до автоматизованої системи безпеки.

Інтелектуальні модулі керування світильниками – це окремі апаратні пристрої, які базуються на мікроконтролерах із вбудованим прийомо-передавачем (з дротовим або бездротовим принципом обміну даними).

Мережевий модуль призначений для управління автоматизованою системою керування освітленням. Даній модуль є проміжною ланкою між основним сервером та безпосередньо модулями керування освітленням на об'єкті.

Мережевий модуль є шлюзом між груповим контролером, який встановлюється на об'єкті автоматизації та мережею Internet.

Функції мережевого модуля:

– отримання запитів від сервера;

– обробка одержаної інформації;

– формування пакетів та транслювання запитів в промислову мережу об'єкта автоматизації управління освітленням;

– отримання відповіді від контролерів автоматизації управління освітленням;

– побудова відповіді та транслювання її на головний сервер.

## III. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ МІКРОСЕРВІСІВ

Інтелектуальні пристрої відсилають статистику до серверу та очікують від нього зворотних команд. В режимі очікування, сервер очікує запити від контролерів, щоб прочитати їх стан та зберегти у базі даних. Коли пристрій звертається до сервера, останній розбирає отримане повідомлення, декодує його, та записує отриману інформацію до БД [8].

Програмна частина серверу складається з інтерфейсу та контролерів. За допомогою інтерфейсу можна отримати інформацію про стан датчиків та інших пристроїв, а також керувати ними. Інтерфейс також дозволяє змінювати ці параметри.

Сервер являє собою комплекс програмного забезпечення, що забезпечує функціонал по обробці і зберіганню даних, керівництвом над мережею керуючих пристроїв, підтримкою активності різних інтерфейсів.

В системі мають місце бути два інтерфейси – призначений для користувача (UI – User Interface) і API (Application Programming Interface – інтерфейс програмування додатків). Фактично, доступ до системи здійснюється виключно через API, а призначений для користувача інтерфейс представляє з себе тільки оболонку для зручного взаємодії з API [9].

Інтерфейс забезпечує з себе додаток, яке за допомогою API надає доступ до системи. Підтриманням активності користувача інтерфейсу займається сервер, хоча користувальницький інтерфейс насправді, може бути розгорнуто де завгодно, за єдиної умови – наявності зв'язку з сервером API.

Інтерфейс написаний на наступних мовах:

– Bootstrap – HTML фреймворк для швидкого створення веб сторінок з надійним дизайном;

– HTML5 – HyperText Markup Language 5;

– CSS3 – Cascade Style Sheet 3;

– JS – JavaScript;

– jQuery – використовується в різних цілях, спрощуючи написання складних конструкцій на JavaScript і взаємодія з HTML DOM;

– Thymeleaf – html template engine – движок для генерації html та заповнюванням його динамічними даними з сервера.

Для забезпечення ефективної роботи системи необхідно вводити додаткові мікросервіси, які реалізують шаблони мікросервісної архітектури, такі як API Gateway, Service Discovery.

На рис 2. показані сервіси, які використовуються в системі управління [10-16].

Netflix Zuul – це реалізація API Gateway від Netflix. Для налаштування Zuul серверу було використано можливості фреймворку Spring Cloud, який дозволяє створити даний сервер використавши лише одну анотацію над стандартним java класом.

Zuul працює як інтерфейс, який надає єдиний вхід до всієї системи та делегує виклики до підсистем. Кожен з мікросервісів мають власні REST APIs, які використовуються для маршрутизації даним сервером.

Service Discovery є одним з ключових принципів мікросервісної архітектури. Задача виявлення сервісів була вирішена використанням Netflix Eureka. Eureka – це сервер для реєстрації всіх сервісів, які знаходяться в системі.

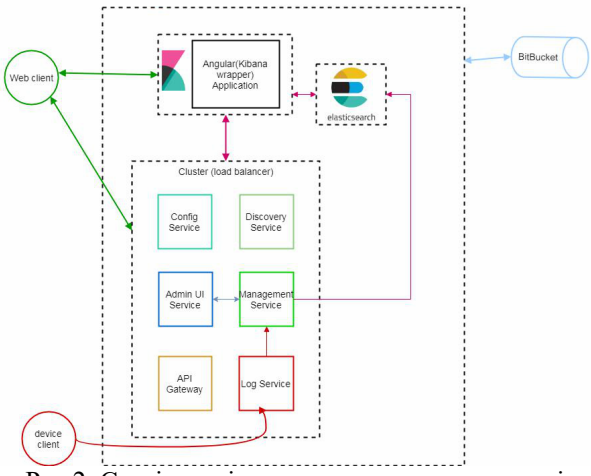


Рис 2. Сервіси, які використовуються в системі управління

Вище зазначена команда перейде до кінцевої точки Gateway API і проксі REST API, який надається сервісом користувачів. Ці REST API були налаштовані на використання HATEOAS, який підтримує автоматичне виявлення всіх функціональних можливостей сервісу.

Існує два основних підходи до організації комунікації мікросервісів, які лежать в основі всіх шаблонів наведених вище: синхронний (REST, RPC) та асинхронний обмін повідомленнями.

У REST-стилю є безліч принципів і обмежень, але ми сконцентруємо увагу на тих з них, які дійсно допоможуть нам при зустрічі з інтеграційними складнощами при побудові мікросервісів та пошуку стилів інтерфейсів для наших сервісів, які виступають в якості альтернативи RPC. Найбільш важливим є поняття ресурсів. Під ресурсами можна розуміти те, про що знає сам сервіс, наприклад сутність «Користувач». У запиті сервер створює різні образи (або представлення) цього об'єкта. Клієнт, наприклад, може запросити JSON-репрезентацію об'єкта «Користувач», навіть якщо він збережений абсолютно в іншому форматі. Отримавши представлення цього об'єкта, він може робити запити на його зміну і сервер може їх виконувати або не виконувати [17-19].

Дані, які приходять від контролера зберігаються у noSql базі даних Elasticseatch. Це пошукова система котра позволяє зберігати й аналізувати великі обсяги даних у режимі реального часу. Внутрішня структура Elasticsearch має швидку індексацію, вона розбиває свої індекси(область документів одного типу) не декілька шардів та реплік, шарди та репліки – це одиничні програми які розподіляються рівномірно по всім нодам та забезпечують горизонтальне масштабування.

Для візуалізації даних Elasticsearch, використаємо продукт Kibana – це UI продукт для динамічної конфігурації візуалізації даних з Elasticsearch. Основні функції Kibana для аналізу даних з контролера, будуть візуалізація(Visualize) та панель керування(Dashboard).

Приклад візуалізації даних наведено на рис. 3.

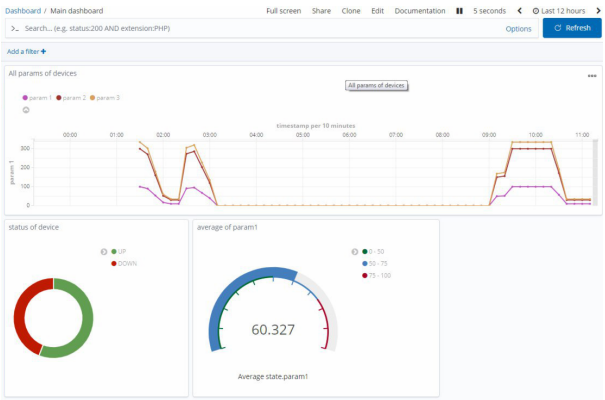


Рис 3. Приклад візуалізації даних

Для реєстрації контролерів, були написано невеликий веб-додаток використовуючи Spring MVC. За основу генерації html сторінок використана бібліотека Thymeleaf.

## IV. ВИСНОВКИ

Автоматизована систем керування освітленням це комплексний продукт з модульною структурою і універсальною програмою управління під будь-яке завдання. Впровадження даного рішення сприяє економії електроенергії за рахунок:

– контролю рівня зовнішнього освітлення і наявності людей в приміщенні;

– автоматичної підтримки необхідного рівня освітленості на робочому місці, незалежно від часу доби або погодних умов;

– використання розумного чергового освітлення для підвищення безпеки працівників за рахунок.

Особливістю даної системи є можливість поетапної і економічної модернізації застарілої системи освітлення за рахунок введення в експлуатацію окремих пристроїв освітлення структурних підрозділів підприємства. За рахунок підключення спеціальних модулів управління можна використовувати звичайні світильники у складі інтелектуальної системи керування освітлення.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

[1] O. Hersent, The Internet of Things: Key Applications and Protocols. D. Boswarthick, O. Elloumi. - Wiley, 2012. - 370 p.

[2] Gong, Y.; Han, P. Research on energy-saving scheme based on LED street lamp management-system. Appl. Mech. Mater. 2014, pp. 448–453, 2850–2855.

[3] F. Behmann, Collaborative Internet of Things (C-IoT): for Future Smart Connected Life and Business. Kwok Wu K. - Wiley, 2015. - 304 p.

[4] Черняк Л. Интернет вещей: новые вызовы и новые технологии // Открытые системы. — 2013. — № 04.

[5] Marr B. How Big Data And The Internet Of Things Create Smarter Cities [Електронний ресурс] / Bernard Marr // Forbes – Режим доступу: http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/05/19/how-big-data-andthe-internet-of-things-create-smarter-cities/#60e178e63d8b – дата звернення 25.05.2019

[6] Интеграция и взаимодействие в сети Веб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.intuit.ru/studies/courses/485/341/lecture/8211.

[7] Гур'єв, А. В. Системи автоматизованого управління зовнішнім освітленням // Електротехніка. 2001. № 5. С. 4.

[8] Elasticsearch как NoSQL база данных [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://habr.com/ru/company/percolator/blog/222765/ – дата звернення 25.05.2019

[9] Claudia Imhoff.Corporate information factory / Claudia Imhoff, Ryan Sousa – John Wiley & Sons, 2001 – 382 p.

[10] Офіційний сайт компанії Amazon [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://aws.amazon.com/ru/iot/how-it-works/ – дата звернення 02.06.2019

[11] Офіційний сайт компанії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cloud.google.com/solutions/iot/ – дата звернення 02.06.2019

[12] Офіційний сайт сервісу cloudmqtt [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://www.cloudmqtt.com/ – дата звернення 02.06.2019

13] Офіційний сайт компанії [Електронний ресурс]. https://azure.microsoft.com/ru-ru/overview/iot/– дата звернення 02.06.2019

[14. Пономаренко, І.І. Автоматизована система управління розподільними електричними мережами / КВП і автоматика. 2005. № 1. С. 30-31.

[15] Шелест, В., Лаказ, К. Мікропроцесорна система управління тяговими підстанціями // КВП і автоматика. 2006. № 2. С. 38-40.

[16] М. Фаулер. Архитектура корпоративных программных приложений / М. Фаулер. – Издательский дом Вильямс, 2006 – 544 с.

[17] Ньюмен С. Создание микросервисов / Ньюмен С. – СПб.: Питер, 2016 – 304 с.

[18] Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions / Gregor Hohpe, Bobby Woolf – Addison-Wesley, 2004 – 736 p.

[19] I. Nadareishvili. Microservice Architecture: Aligning Principles, Practices, and Culture / I. Nadareishvili, R. Mitra, M. McLarty, M. Amundsen – O'Reilly Media, 2016 – 146 p.